УДК 611.611

Л. Е. Денисюк

СТРУКТУРА ЮКСТАГЛОМЕРУЛЯРНОГО КОМПЛЕКСА ПОЧЕК У БЕЛЫХ КРЫС

Изучение юкстагломерулярного комплекса (ЮГК) почек началось в 1925 г., когда Райтер (Ruyter, 1925) впервые описал клетки афферентной артериолы сосудистого клубочка, содержащие гранулы. В последние годы структура этого комплекса привлекает внимание все большего числа исследователей (Leranth, Ungvary, Donath, 1969; Cain, Kraus, 1971; Faarup, 1971; Harada, 1973 и др.).

ЮГК имеет следующие компоненты: 1) эпителиоидные гранулированные клетки афферентной артериолы; 2) особые клетки, расположенные между афферентной и эфферентной артериолами, описанные Гурмагтигом (Goormaghtigh, 1932); 3) клетки сегмента дистального канальца, прилежащие к воротам клубочка, названные Циммерманом (Zimmerman, 1933) macula densa; 4) мезангиальные интеркапиллярные клетки сосудистого клубочка, отнесенные к ЮГК Бараясом (Barajas, 1970).

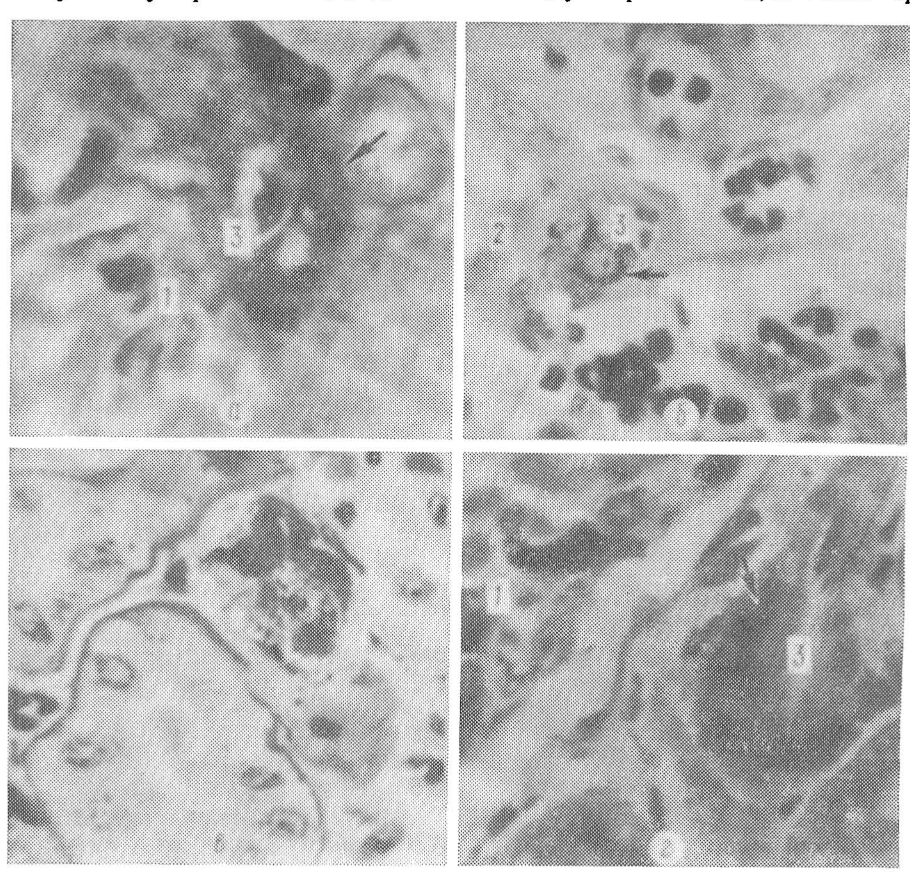
Установлено, что гранулированные клетки ЮГК синтезируют ренин, активирующий вазопрессорное вещество — ангиотензин. В связи с этим морфо-функциональному состоянию ЮГК придают исключительно важное значение в патогенезе реноваскулярной гипертонии (Ушкалов, Вихерт, 1972; Hartroft, 1957; Edelman, Hartroft, 1961; Devenyi, Dauda, Szabo, 1971).

В отечественной литературе также имеется несколько работ о строении ЮГК (Браун, Лейкин, 1972; Вихерт, Серебровская, 1964), однако исследований морфометрических показателей его компонентов не проводилось. Вот почему мы исследовали ЮГК почек 20 белых крыс при помощи световой и люминесцентной микроскопии с применением метода морфометрии.

Морфология эпителиоидных клеток. Средний слой афферентной артериолы образован гладкомышечными клетками, в цитоплазме которых кроме обычных органелл содержатся миофибриллы. Методом окраски по Бови (Bowie, 1936) в цитоплазме этих клеток выявлены гранулы округлой или овальной формы. Количество гранул нарастает по мере приближения к сосудистому полюсу клубочка. Ядра клеток увеличиваются в объеме, становятся более светлыми, со слабо выраженной хроматиновой структурой. Эти гранулированные эпителиоидные клетки расположены на месте гладкомышечных в один, реже в два ряда и обычно на одной из полуокружностей афферентной артериолы (рисунок, *а*). Упомянутые гранулы размещены в цитоплазме эпителиоидных клеток различным образом. Чаще всего они расположены диффузно среди участков светлой цитоплазмы, но могут окружать ядро эпителиоидной клетки в виде узкой каемки (рисунок, *б*) или распределяться в цитоплазме более плотно (рисунок, *в*).

Поскольку на многих препаратах в одном ЮГК обнаружены эпителиоидные клетки с различной степенью гранулированности (рисунок, *г*), было предложено определять юкстагломерулярный индекс, выражающий гранулированность всего комплекса в пересчете на 100 клубочков. Нами установлено, что в норме этот индекс неодинаков для одной и той же

почки и зависит от площади сечения среза. Если условно разделить корковый слой на три зоны: субкапсулярную, среднюю и юкстамедуллярную, то индекс для каждой из них имеет различное цифровое выражение. По нашим данным, индекс в почке крысы для средней зоны равен 30, для субкапсулярной — 23,5, для юкстамедуллярной — 21,5. Если срез



Гранулированные клетки ЮГК почки белых крыс в норме (указаны стрелкой): *а* — ориентированы на одной полуокружности артериолы; *б* — гранулы окружают ядро; *в* — гранулы плотно заполняют цитоплазму; *г* — клетки с различным количеством гранул; 1 — сосудистый клубочек; 2 — macula densa; 3 — просвет афферентной артериолы (окраска по Бови, об. 90, ок. 7).

проходит через всю ткань почки, показатели индекса гранулированности на различных препаратах более стабильны и составляют 26 единиц по Р. Гартрофту, В. Гартрофту (P. Hartroft, W. Hartroft, 1953).

Нами установлено, что в люминесцентном микроскопе гранулированные клетки у полюса клубочка резко отличаются от окружающих тканей зелено-желтым свечением включений цитоплазмы, которое является строго специфичным для афферентной артериолы. При сопоставлении препаратов в световом микроскопе место свечения точно соответствует локализации эпителиоидных гранулированных клеток. Такое свечение свидетельствует о наличии в их цитоплазме особых структур, которые отсутствуют в других гладкомышечных клетках и соответствуют гранулам ренина.

M a c u l a d e n s a — это составной компонент ЮГК, не требующий специальных методов идентификации. Уже при окраске срезов почки

гематоксилин-эозином в области сосудистого полюса клубочка «темное пятно» представлено скоплением клеток в прилежащем сегменте дистального канальца. Эти клетки отличаются от обычных эпителиальных клеток дистального канальца тем, что они более узкие, высокие и тесно прилежат друг к другу. Ядра их расположены в апикальной части цитоплазмы. Из включений цитоплазмы наиболее выражен аппарат Гольджи, который находится вблизи базальной мембраны, отделяющей клетки macula densa от гранулированных клеток. Митохондрий мало, они локализованы преимущественно в окружности ядра.

В отличие от других эпителиальных клеток базальная мембрана образует неглубокие впячивания в цитоплазму клеток macula densa. Для объективной характеристики клеток macula densa мы определяли его морфометрические показатели: 1) количество срезов и количество клеток macula densa на 100 клубочков; 2) индекс macula densa — количество клеток в одном macula densa по Шнайдеру и Тонесу (Schneider, Thoenes, 1971).

Нами установлена определенная взаимосвязь между распределением macula densa и гранулированными клетками в корковом слое почки. В средней зоне коры количество macula densa составляет 14,1, в экстрамедулярной — 11,3. Аналогичная зависимость, выявленная между индексом гранулированности и топографией клубочков почки, свидетельствует о четкой корреляции двух компонентов ЮГК даже в норме. Macula densa состоит из 3—8, чаще 4—5 клеток, отсюда индекс равен — 5,2.

Иногда клетки macula densa имеются на противоположной клубочку стороне канальца. Они расположены на базальной мембране не подряд, а между участками обычных эпителиальных клеток. Поскольку деления клеток macula densa мы не обнаружили, то можно полагать, что они образуются за счет трансформации клеток эпителия канальца.

Клетки Гурмагтига расположены в сосудистом полюсе клубочка между афферентной и эфферентной артериолами. Они заключены в тонкопетлистой сети базальных мембран, которая связана с базальными мембранами афферентной артериолы и macula densa. Клетки с мембранами создают впечатление сетчатого образования — lacis cells. Их количество уменьшается по мере удаления от прегломерулярной зоны. На многих препаратах клетки непосредственно переходят в клубочек. Они бедны цитоплазмой, содержат митохондрии, аппарат Гольджи слабо выражен. Ядра клеток темные, вытянутые, ориентированы параллельно друг другу.

Мезангиальные клетки размещаются между сосудистыми петлями клубочка. Создается впечатление, что они являются непосредственным продолжением клеток Гурмагтига. Цитоплазма светлая, содержит мало митохондрий. Ядра преимущественно вытянутые, богатые хроматином. Гранулы в цитоплазме интеркапиллярных клеток при изучении в световом микроскопе не обнаружены.

В настоящей работе описана структура юкстагломерулярного комплекса почек крыс, поскольку они являются наиболее доступной моделью реноваскулярной гипертонии. Полученные данные могут служить исходным фоном для выяснения перестройки компонентов ЮГК на различных стадиях почечной гипертонии.

ЛИТЕРАТУРА

Браун А. В., Лейкин М. Д. 1972. Структурные особенности юкстагломерулярного аппарата, артериального русла и шунтирования почечного кровотока при экспериментальном нефрите. Арх. пат., т. XXXIV, в. 11, с. 51—56.

Вихерт А. М., Серебровская Ю. Я. 1964. Юкстагломерулярный аппарат и ренин-ангиотензинная система (эндокринная функция почки). Арх. пат., т. XXVI, в. 7, с. 3—18.
Ушкалов А. Ф., Вихерт А. М. 1972. Морфология юкстагломерулярного аппарата почек. Арх. пат., т. XXXIV, в. 9, с. 3—17.
Barajas L. 1970. The ultrastructure of the juxtaglomerular apparatus as disclosed by three-dimensional reconstructions from serial sections. The anatomical relationship between the tubular and vascular components. J. Ultrastruct. Res., v. 33, p. 116—147.
Bowie D. I. 1936. A method for staining the pepsinogen granules in gastric glands. Anat. Rec., v. 64, p. 357—362.
Cain H., Kraus B. 1971. Der juxtaglomeruläre Apparat der Ratteniere im Verlauf von Wachstum, Reifung und Alterung. Virchows Arch., v. 9, n. 2, p. 164—179.
Devenyi I., Dauda G., Szabo J. 1971. Juxtaglomerular index and activity of the renin-angiotensin system. Path. europ., v. 6, p. 19—33.
Edelman R., Hartroft P. M. 1961. Localisation of renin in juxtaglomerular cells of rabbit and dog through the use of the fluorescent-antibody technique. Circulat. Res., v. 9, N 5, p. 1069—1077.
Faarup P. 1971. Morphological aspects of the renin-angiotensin system. Acta pathol. et microbiol. scand. Suppl. 222.
Goormaghtigh N. 1932. Les segments nerve-myoarteriels juxta-glomerulaires du rein. Arch. biol. (Paris), v. 43, p. 575—591.
Harada K. 1973. The staining and histochemical reaction for the acid nature of protein in juxtaglomerular granules. Mikroscopie, v. 29, N 3—4, p. 77—101.
Hartroft P. M. 1957. Studies on renal juxtaglomerular cells. III. The affects of experimental renal disease and hypertension in the rat. J. exp. med., v. 105, p. 501—508.
Hartroft P. M., Hartroft W. S. 1953. Studies on renal juxtaglomerular cells. I. Variations produced by sodium chloride and desoxycorticosterone acetate. Ibid., v. 97, p. 415—428.
Leranth Cs., Ungvary Gy., Donath T. 1969. The innervation of the juxtaglomerular apparatus. Acta morphol. Acad. scient. Hung., v. 17, 2, p. 131—141.
Ruyter J. H. C. 1925. Über einen merkwürdigen Abschnitt der Vasa Afferentia in der Mäuseniere. Z. Zellforsch., Bd. 2, p. 242—248.
Schneider U., Thoenes W. 1971. Macula densa und granulierte Zellen des juxtaglomerulären Apparates bei experimentellen Drosselungshochdruck. Morphometrische Untersuchung. Virchows Arch. A., Pathologische Anatomie., v. 353, 3, p. 221—233.
Zimmerman K. W. 1933. Über den Bau des Glomerulus der Säugentiere. Ztsch. micr.-anat. Forsch. Bd. 32, p. 176—278.

Ивано-Франковский мединститут

Поступила в редакцию
26.VI 1974 г.

L. E. Denisjuk

STRUCTURE OF JUXTAGLOMERULAR COMPLEX OF KIDNEYS IN ALBINO RATS

Summary

The juxtaglomerular complex (JAC) of the kidneys was studied in 20 albino rats by the methods of histological, histochemical and luminescence analyses applying morphometry. Definite regularity was determined between the morphometric indexes of JAC and its topography in the kidneys cortical substances. It should be taken into account when studying the JAC components under conditions of rearrangement caused by pathological processes.

Medical Institute,
Ivanofrankovsk